

MÔ HÌNH HÓA VÀ DỰ BÁO THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT TẠI ĐỨC TRỌNG, LÂM ĐỒNG SỬ DỤNG HỒI QUY LOGISTIC

Nguyễn Hữu Cường^{1*}, Nguyễn Văn Cường¹

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Những thay đổi về môi trường toàn cầu như phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu toàn cầu, mất đa dạng sinh học và mất tài nguyên đất có liên quan chặt chẽ đến những thay đổi sử dụng đất. Mục tiêu của nghiên cứu là mô hình hóa và dự báo biến động sử dụng đất tại huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng sử dụng phương pháp tiếp cận tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic. Ảnh viễn thám được sử dụng để trích xuất ra các bản đồ sử dụng đất vào các năm 2010, 2015 và 2020, dùng để phân tích xu thế biến động các loại hình sử dụng đất. Các phân tích mô phỏng được thực hiện nhờ phần mềm IDRISI. Kết quả dự báo đến năm 2030 cho thấy tại địa bàn nghiên cứu sử dụng đất sẽ có sự thay đổi lớn với xu hướng giảm mạnh diện tích đất rừng, chỉ còn 16,98% diện tích tự nhiên. Diện tích đất trồng cây hằng năm giảm 4.888,37 ha. Diện tích đất trồng cây lâu năm có xu hướng tăng mạnh với 8.942,31 ha do mở rộng diện tích trồng cây công nghiệp và ăn quả có giá trị kinh tế cao. Đất xây dựng tăng 6.343,19 ha do quá trình đô thị hóa. Thông tin về những thay đổi sử dụng đất là căn cứ cho việc hoạch định các chính sách sử dụng đất ở địa phương đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững.

Từ khóa: Chuỗi Markov, Đức Trọng, hồi quy logistic, thay đổi sử dụng đất, viễn thám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thay đổi sử dụng đất và lớp phủ đất là việc chuyển đổi giữa các loại hình sử dụng đất khác nhau và là kết quả của những tương tác phức tạp giữa con người và môi trường vật chất (Pielke và cộng sự, 2011). Thay đổi sử dụng đất là động lực chính của sự thay đổi toàn cầu và có tác động đáng kể đến các quá trình hệ sinh thái, chu kỳ sinh học, đa dạng sinh học và còn liên quan mật thiết đến sự phát triển bền vững của nền kinh tế xã hội (Yin và cộng sự, 2011).

Rừng làm một trong những tài nguyên quan trọng nhất góp phần điều hòa khí hậu, đảm bảo cân bằng sinh thái, làm giảm sức tàn phá khốc liệt của các thiên tai và cũng là một trong những tài nguyên bị đe dọa tàn phá nhiều nhất. Diện tích rừng trên toàn thế giới đang bị suy giảm nhanh chóng bất chấp sự quan tâm của các chính quyền địa phương nhằm giảm nạn phá rừng (FAO, 2010). Để giảm mất rừng, suy thoái rừng và giảm nhẹ phát thải carbon liên quan đến rừng, chương trình REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation), một thỏa thuận quốc tế trong khuôn khổ Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, được tiến hành ở một số

*Corresponding author: nhcuong@hcmunre.edu.vn

nước đang phát triển, bao gồm Việt Nam. Việc thực hiện thành công thỏa thuận này đòi hỏi thông tin không gian được cập nhật thường xuyên về những thay đổi của độ che phủ rừng tự nhiên và xây dựng các kịch bản tham khảo để dự báo nạn phá rừng và phát thải liên quan. Kỹ thuật viễn thám kết hợp với GIS được xem là công cụ đắc lực giúp lập bản đồ lịch sử độ che phủ đất rừng và phân tích động thái biến đổi rừng bất kể quy mô địa lý. Tại Việt Nam cũng đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật này trong quản lý tài nguyên rừng như đánh giá mất rừng trong quá khứ (Trần Thu Hà và cộng sự, 2016; Nguyễn Quang Huy và cộng sự, 2021) cũng như có những dự đoán về khả năng mất rừng trong tương lai (Nguyễn Hải Hòa và cộng sự, 2018; Bùi Mạnh Hưng và cộng sự, 2021).

Trong những thập kỷ qua, nhiều mô hình thay đổi sử dụng đất đã được nghiên cứu phát triển để dự báo. Mô hình hóa, đặc biệt nếu được thực hiện một cách rõ ràng về mặt không gian, là một kỹ thuật quan trọng để giúp các nhà khoa học và các nhà hoạch định chính sách hiểu, dự đoán và có thể ngăn chặn những tác động bất lợi của việc thay đổi sử dụng đất, bằng cách tập trung các chính sách vào những

vị trí bị đe dọa nhiều nhất và bằng cách phát triển các kịch bản trong tương lai. Hiện nay, các mô hình phổ biến có thể được sử dụng để lập mô hình và dự báo thay đổi sử dụng đất nói chung cũng như đất rừng nói riêng bao gồm GEOMOD (Pontius và cộng sự, 2001), CLUE-S (Verburg và cộng sự, 2002), Dinamica EGO (Soares và cộng sự, 2002) và Land Change Modeler (Kim, 2010). Trong các mô hình này thông thường có hai bước: (1) Các mô hình này tính toán “xu hướng phá rừng” bằng cách so sánh các bản đồ lớp phủ đất ở hai thời điểm khác nhau; (2) Thành lập bản đồ tiềm năng chuyển đổi (xác suất trên mỗi pixel của việc chuyển từ rừng sang trạng thái phi rừng) bằng cách sử dụng các phương pháp thống kê và các yếu tố không gian khác nhau.

Nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng với các mục tiêu: (1) Sử dụng ảnh viễn thám thành lập bản đồ sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020 để phân tích biến động; (2) Ứng dụng mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic để mô phỏng sử dụng đất năm 2020 và dự báo thay đổi sử dụng đất đến năm 2030; (3) Đánh giá độ chính xác mô hình tích hợp bằng cách so sánh kết quả mô phỏng sử dụng đất năm 2020 và hiện trạng sử dụng đất năm 2020 sử dụng hệ số Kappa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa bàn nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn huyện Đức Trọng, là huyện nằm ở vùng giữa của Lâm Đồng, cuối phần cao nguyên Di Linh, có độ cao từ 600 – 1.000 m so với mực nước biển. Địa hình huyện chủ yếu là bình sơn nguyên, núi cao và dốc hình thành những

thung lũng ven sông. Huyện có diện tích tự nhiên khoảng 90 ngàn héc-ta, chiếm 9,23% diện tích tự nhiên toàn tỉnh Lâm Đồng. Tổng dân số huyện năm 2019 là 186.974 người (UBND huyện Đức Trọng, 2021).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Giải đoán ảnh viễn thám

Dữ liệu hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020 được giải đoán từ chuỗi ảnh viễn thám đa thời gian Landsat 5 cho năm 2010 và Landsat 8 cho năm 2015, 2020 (Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS), 2021). Các ảnh này được có độ phân giải không gian 30 x 30 m được chụp vào mùa khô (tháng 1 và tháng 2) để có chất lượng tốt (ít mây nhiều) đảm bảo cho nghiên cứu (Bảng 1). Ngoài ra, nghiên cứu này còn sử dụng các loại bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020, dữ liệu bản đồ ranh giới hành chính số và dữ liệu ảnh Google Earth. Các dữ liệu này được sử dụng để hỗ trợ quá trình xử lý, giải đoán ảnh theo phương pháp kiểm định cho 6 loại đất đặc trưng sau: Đất rừng, đất trồng cây lâu năm, đất trồng cây hàng năm, đất xây dựng, đất có mặt nước và đất trống. Các loại đất đặc trưng này được lựa chọn theo thực tế của địa phương dựa trên nhiều nguồn dữ liệu khác nhau như ảnh vệ tinh Google Earth tỷ lệ lớn, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, số liệu thống kê hiện trạng sử dụng đất của huyện Đức Trọng, điều tra thực địa. Quy trình giải đoán gồm các bước cơ bản: (1) Nắn chỉnh hình học; (2) Tăng cường chất lượng ảnh; (3) Cắt ảnh theo ranh giới khu vực nghiên cứu; (4) Lập khóa giải đoán ảnh; (5) Phân loại ảnh viễn thám theo phương pháp kiểm định; (6) Đánh giá kết quả phân loại.

Bảng 1. Thống kê ảnh viễn thám landsat nghiên cứu

| Mã ảnh | Ngày chụp | Độ phân giải (m) | Path/row |
|--|------------------|-------------------------|-----------------|
| LT05_L1TP_124052_20100204_20200825_02_T1 | 04/02/2010 | 30x30 | 124/52 |
| LC08_L1TP_124052_20150218_20200909_02_T1 | 18/02/2015 | 30x30 | 124/52 |
| LC08_L1TP_124052_20200115_20200824_02_T1 | 15/01/2020 | 30x30 | 124/52 |

2.2.2. Mô hình dự báo tích hợp chuỗi Markov – hồi quy logistic

Nghiên cứu này sử dụng mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic để dự báo

thay đổi sử dụng đất. Chuỗi Markov giả định rằng xác suất của một hệ thống tại một thời điểm nhất định có thể được xác định nếu trạng thái của nó tại một thời điểm trước đó được biết, với giả định rằng tốc độ thay đổi được quan sát trong khoảng thời gian hiệu chuẩn (T_1 đến T_2), sẽ vẫn là tương tự trong khoảng thời gian mô phỏng (T_2 đến T_3). Kết quả của mô hình Markov là ma trận xác suất chuyển đổi trạng thái từ loại hình sử dụng đất này sang loại hình sử dụng đất khác. Ma trận xác suất này tương ứng với ma trận quy mô diện tích, cũng như số lượng pixel chuyển đổi. Tuy nhiên, trong mô hình chuỗi Markov sự phân bố theo không gian của các loại đất là không xác định (Ye và Bai, 2008).

$$P(y = 1 \parallel X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{\exp(B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i)}{1 + \exp(B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i)}$$

Trong đó: P là xác suất của từng điểm ảnh (pixel) cho sự xuất hiện của loại hình sử dụng đất xem xét và X_i là những biến độc lập tương ứng với các yếu tố động lực. Các hệ số B_i được ước tính thông qua hồi quy logistic dùng mẫu của lớp sử dụng đất hiện trạng.

Như vậy, mô hình logistic tại mỗi điểm ảnh (pixel) xác định được xác suất xuất hiện của từng loại đất xem xét. Xác suất xuất hiện dùng để ước tính độ nhạy của các pixel từ loại hình này chuyển sang loại hình khác. Nói cách khác, sản phẩm của mô hình logistic là bản đồ xác suất không gian chuyển đổi từ loại hình sử dụng đất này sang loại hình sử dụng đất khác dưới tác động của các yếu tố thúc đẩy. Dữ liệu các yếu tố tác động đến sự thay đổi sử dụng đất được xây dựng trong môi trường ArcGIS dưới dạng bản đồ khoảng cách Euclid (Euclidean Distance maps), dạng raster với các ô lưới có kích thước 30 x 30 m.

Bản đồ xác suất không gian chuyển đổi kết hợp với quy mô thay đổi, được tạo ra bởi chuỗi Markov, hình thành bản đồ dự báo thay đổi sử dụng đất trong tương lai bằng cách phân bổ các pixel theo giá trị xác suất từ cao xuống thấp.

Trong môi trường mô hình GIS raster, không gian sử dụng đất được thể hiện dưới dạng các ô lưới (pixel). Bản chất của thay đổi sử dụng đất của một ô là giá trị nhị phân: giá trị 1 đại diện cho có sự hiện diện của thay đổi sử dụng đất hoặc giá trị 0 đại diện cho không có sự hiện diện của thay đổi sử dụng đất. Hồi quy logistic được sử dụng để cung cấp xác suất hiện diện/vắng mặt của từng loại hình sử dụng đất tại mỗi địa điểm dựa trên các yếu tố thúc đẩy của chúng (Verburg và cộng sự, 2004). Hồi quy logistic định lượng các mối quan hệ giữa các loại hình sử dụng đất khác nhau và các yếu tố động lực thay đổi của chúng, được xác định bởi:

2.3. Quy trình nghiên cứu

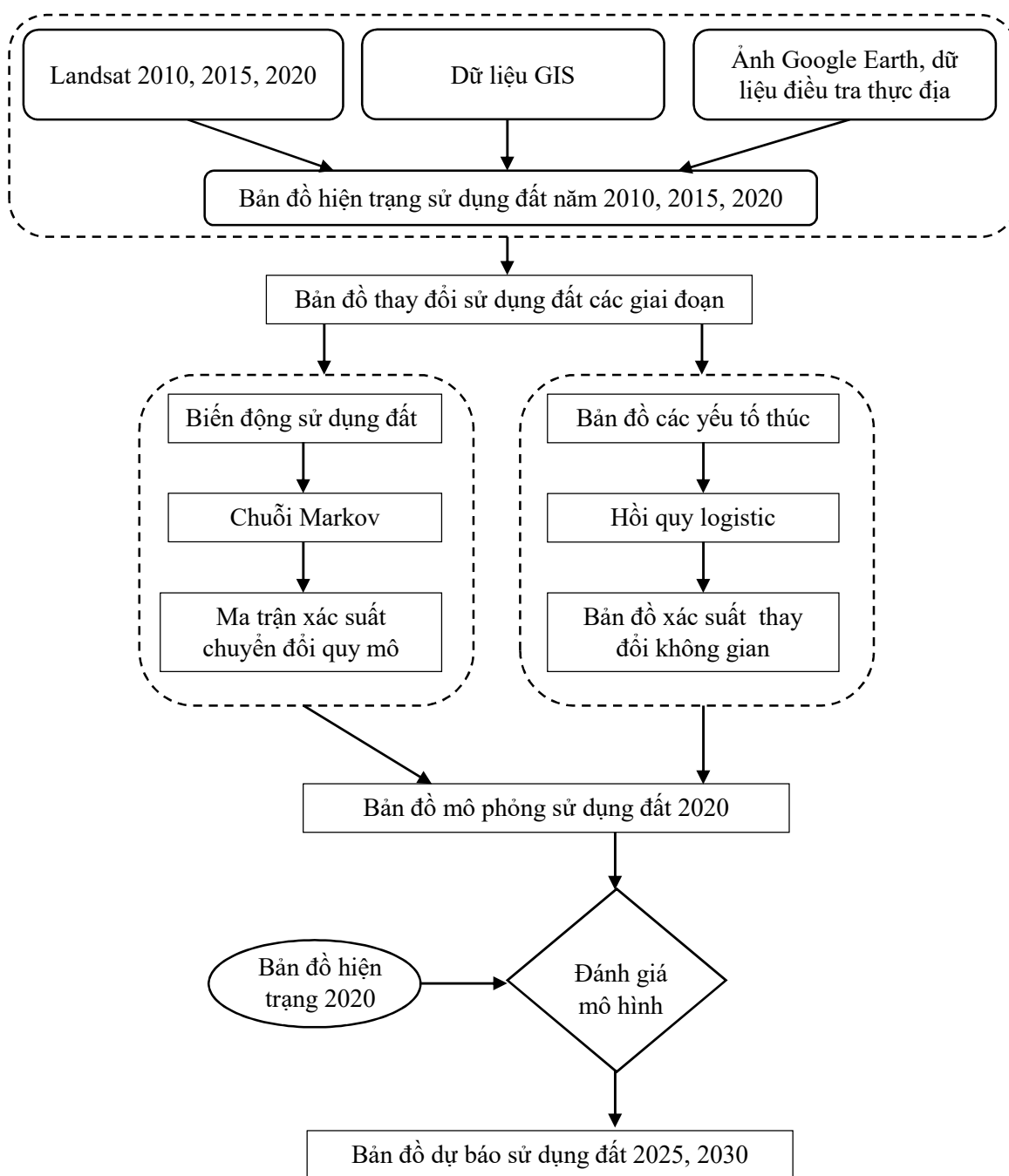
Quy trình sử dụng ảnh viễn thám và mô hình tích hợp chuỗi Markov, hồi quy logistic dự báo thay đổi sử dụng đất được thể hiện tại hình 1. Các phân tích dựa vào phần mềm IDRISI.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ ảnh viễn thám

Nghiên cứu đã tiến hành phân loại, giải đoán từ ảnh viễn thám cho 6 loại đối tượng gồm: đất có mặt nước (đất sông, suối, kênh, mương, ao, hồ chứa nước), đất xây dựng (đường giao thông, đất xây dựng trong khu dân cư, khu công nghiệp, nhà máy...), đất cây hàng năm (đất trồng lúa nước, lúa nương, hoa màu, rau...), đất trồng cây lâu năm (đất trồng cà phê, cây ăn quả...) đất rừng (các loại cây rừng lá kim như thông, cây lá rộng như dầu...), đất trống. Ảnh vệ tinh sau phân loại được đánh giá bằng chỉ số Kappa với độ chính xác toàn cục từ khoảng 91% đến trên 98% và hệ số Kappa từ 0,88 đến 0,98 (Bảng 2). Nghiên cứu thành lập được bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015, 2020 theo các lớp thông tin giải

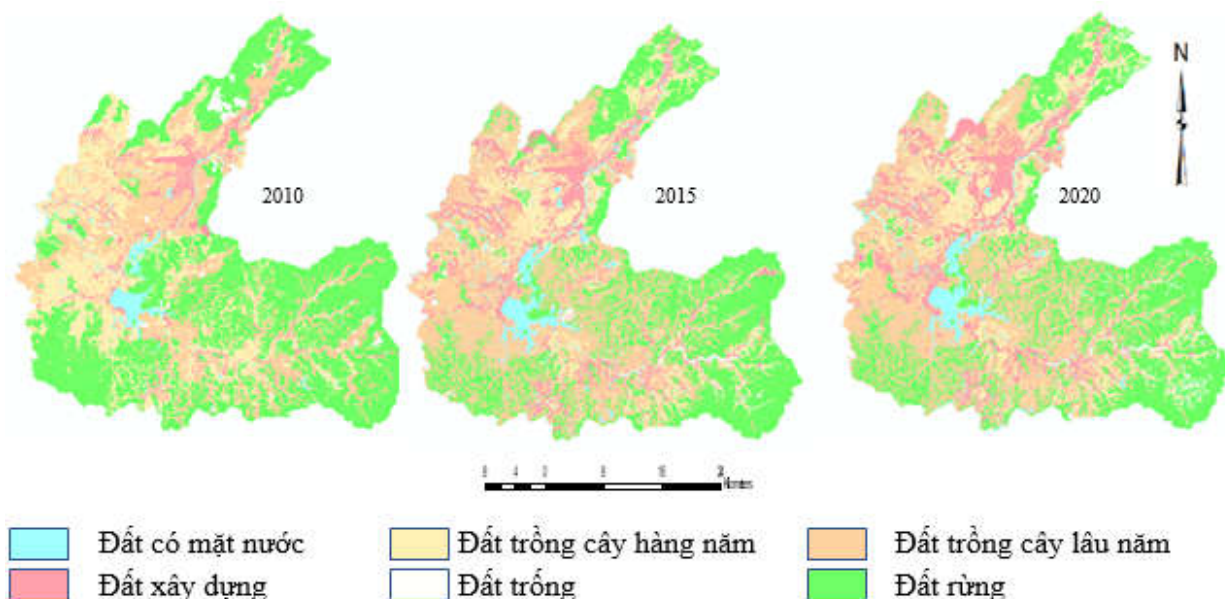
đoán ảnh cho 6 nhóm loại đất: đất có mặt nước, đất xây dựng, đất trồng cây hàng năm, đất trồng cây lâu năm, đất rừng và đất trống (Hình 2).



Hình 1. Khung quy trình thực hiện nghiên cứu

Bảng 2. Độ chính xác giải đoán ảnh viễn thám

| Năm | Độ chính xác toàn cục (Overall accuracy) | Hệ số Kappa (Kappa coefficient) |
|------|--|---------------------------------|
| 2010 | 98,55% | 0,98 |
| 2015 | 92,53% | 0,90 |
| 2020 | 91,07% | 0,88 |

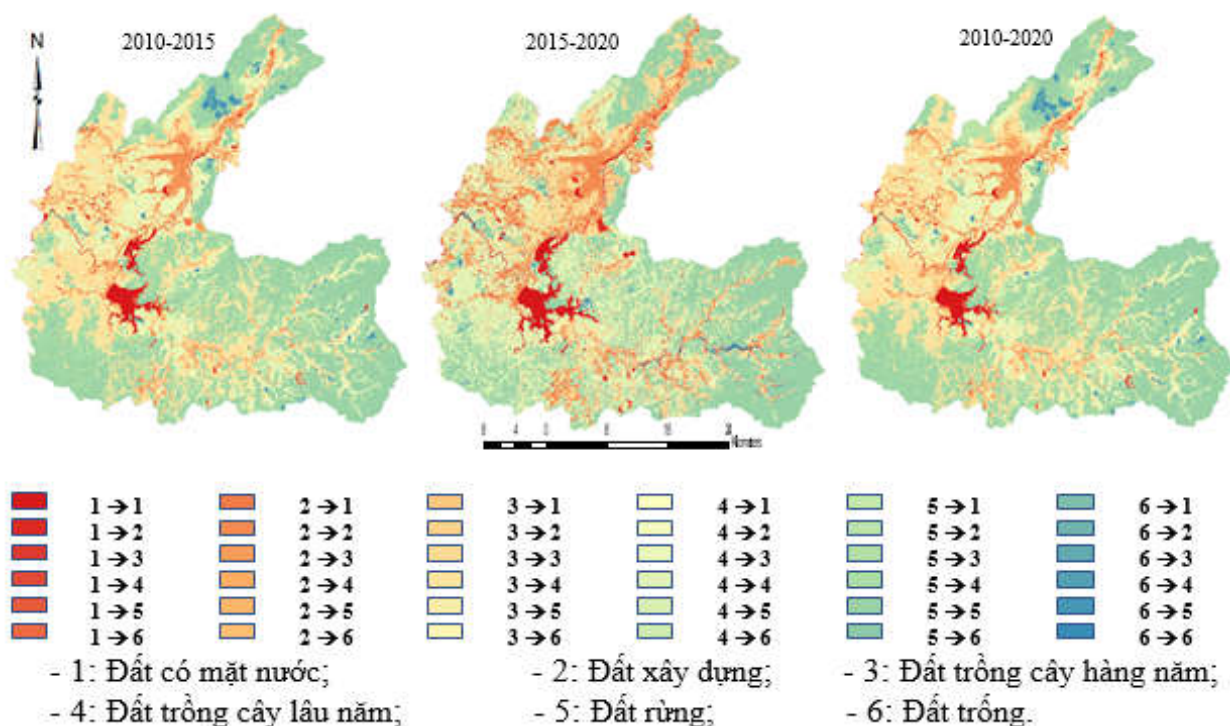


Hình 2. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020

3.2. Phân tích biến động sử dụng đất huyện Đức Trọng

Sử dụng đất tại huyện Đức Trọng trong giai đoạn nghiên cứu từ năm 2010 đến năm 2020 có sự thay đổi khá rõ nét với diện tích đất rừng có xu hướng giảm mạnh. Trong giai đoạn 10 năm, đất rừng đã giảm 12.920,13 ha, tương ứng giảm tỷ lệ diện tích tự nhiên từ 46,67% xuống còn 32,37%, do chuyển sang các loại đất khác. Các nguyên nhân trực tiếp dẫn đến mất rừng tại địa bàn là: (i) Khai thác gỗ không

bền vững cả hợp pháp và không hợp pháp; (ii) Chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng sang đất nông nghiệp, bao gồm cả cây trồng lâu năm có giá trị cao và các cây trồng khác; (iii) Chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng sang mở rộng đô thị, xây dựng cơ sở hạ tầng, đặc biệt là hình thành các nhà máy thủy điện. Cùng với đất rừng, đất trồng cây hàng năm cũng giảm 4.888,37 ha. Sự biến động sử dụng đất về không gian và quy mô diện tích được thể hiện tại hình 3 và bảng 3.



Hình 3. Biến động không gian sử dụng đất các giai đoạn

Cũng theo kết quả phân tích, diện tích đất trồng cây lâu năm có xu hướng tăng mạnh với 8.942,31 ha do mở rộng diện tích trồng cây công nghiệp và ăn quả lâu năm có giá trị kinh tế cao như chè, cà phê, mít, bơ. Quá trình đô

thị hóa của địa phương đã làm cho đất xây dựng tăng 6.343,19 ha. Đất mặt nước tăng 1.993,75 ha do địa phương xây dựng các hồ chứa nước và phát triển thủy điện.

Bảng 3. Biến động sử dụng đất các năm huyện Đức Trọng

| Loại đất | Năm 2010 | | Năm 2015 | | Năm 2020 | | 2010-2015 | 2015-2020 | 2010-2020 |
|------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------|-----------|------------|
| | Ha | % | Ha | % | Ha | % | Δ (ha) | Δ (ha) | Δ (ha) |
| Đất mặt nước | 2.294,19 | 2,54 | 4.272,75 | 4,73 | 4.287,94 | 4,75 | 1.978,56 | 15,19 | 1.993,75 |
| Đất xây dựng | 5.120,06 | 5,67 | 10.453,19 | 11,57 | 11.463,25 | 12,69 | 5.333,13 | 1.010,06 | 6.343,19 |
| Cây hàng năm | 17.689,50 | 19,58 | 12.960,25 | 14,35 | 12.801,13 | 14,17 | -4.729,25 | -159,12 | -4.888,37 |
| Cây lâu năm | 21.782,00 | 24,11 | 30.917,88 | 34,22 | 30.724,31 | 34,01 | 9.135,88 | -193,57 | 8.942,31 |
| Đất rừng | 42.165,89 | 46,67 | 30.598,25 | 33,87 | 29.245,76 | 32,37 | -11.567,64 | -1.352,49 | -12.920,13 |
| Đất trống | 1.292,81 | 1,43 | 1.142,13 | 1,26 | 1.822,06 | 2,02 | -150,68 | 679,93 | 529,25 |
| Tổng cộng | 90.344,45 | 100,00 | 90.344,45 | 100,00 | 90.344,45 | 100,00 | - | - | - |

3.3. Xác nhận mô hình

Trong nghiên cứu này, để đánh giá mô hình dự báo thay đổi sử dụng đất, bản đồ mô phỏng sử dụng đất năm 2020 được tạo ra bởi mô hình dựa trên dữ liệu sử dụng đất năm 2010 và 2015 sẽ được so sánh với bản đồ tham chiếu là bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2020. Kết quả xác nhận thường được thể hiện dưới dạng các chỉ số Kappa thể hiện sự thống nhất về số

lượng và vị trí giữa cặp bản đồ phân loại (Wang và cộng sự, 2012). Giá trị hệ số Kappa càng tiến đến 1 càng thể hiện sự phù hợp. Kết quả hệ số Kappa được thể hiện tại bảng 4. Tất cả các chỉ số đều có giá trị lớn hơn 0,8 thể hiện mức độ thích hợp cao của mô hình (Landis và Koch, 1977) và mô hình đáp ứng yêu cầu cho dự báo sử dụng đất các thời điểm trong tương lai năm 2025 và 2030.

Bảng 4. Hệ số Kappa bản đồ mô phỏng sử dụng đất năm 2020

| Hệ số Kappa | Giá trị |
|----------------------|---------|
| K_{no} | 0,86 |
| $K_{location}$ | 0,89 |
| $K_{locationStrata}$ | 0,89 |
| $K_{standard}$ | 0,83 |

3.4. Dự báo thay đổi sử dụng đất

Các dự đoán về thay đổi sử dụng đất trong nghiên cứu này được thực hiện cho năm 2025 và 2030 dựa trên bản đồ tiềm năng chuyển đổi và xác suất chuyển đổi chuỗi Markov. Ma trận xác suất chuyển đổi là một bảng ghi lại xác suất tương ứng với quy mô diện tích cũng như số lượng pixel được dự đoán sẽ thay đổi từ một loại hình sử dụng đất này sang các loại hình

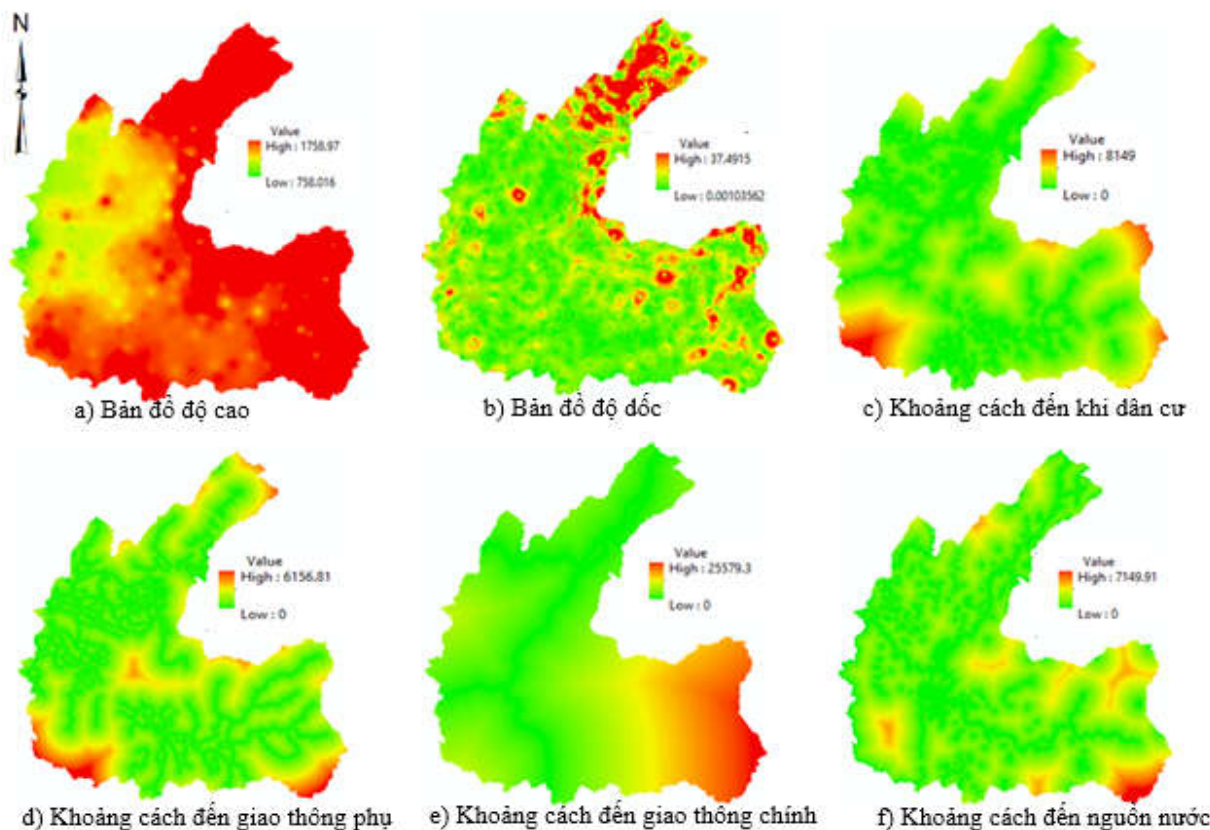
khác theo một đơn vị thời gian. Kết quả xác suất chuyển đổi dự báo cho năm 2025 và 2030 tại địa bàn nghiên cứu được thể hiện tại bảng 5 cho thấy đất rừng tiếp tục sẽ giảm mạnh do có sự chuyển đổi sang các loại đất khác, trong đó nhiều nhất sang đất trồng cây lâu năm và đất dành cho xây dựng. Ma trận xác suất chuyển đổi sẽ được kết hợp bản đồ xác suất chuyển đổi để dự báo thay đổi sử dụng đất về không gian.

Bảng 5. Ma trận xác suất chuyển đổi

| Loại đất | | Đất mặt nước | Đất xây dựng | Cây hàng năm | Cây lâu năm | Đất rừng | Đất trồng |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----------|-----------|
| Giá trị xác suất của năm 2025 | Đất mặt nước | 0,7006 | 0,0873 | 0,0451 | 0,1164 | 0,0426 | 0,0080 |
| | Đất xây dựng | 0,0655 | 0,7455 | 0,0611 | 0,0867 | 0,0335 | 0,0077 |
| | Cây hàng năm | 0,0782 | 0,1912 | 0,2432 | 0,3668 | 0,1042 | 0,0164 |
| | Cây lâu năm | 0,0746 | 0,2245 | 0,1525 | 0,4570 | 0,0782 | 0,0131 |
| | Đất rừng | 0,0276 | 0,0754 | 0,0854 | 0,3525 | 0,4486 | 0,0105 |
| | Đất trồng | 0,0477 | 0,0982 | 0,1654 | 0,3269 | 0,3481 | 0,0137 |
| Giá trị xác suất của năm 2030 | Đất mặt nước | 0,5947 | 0,1280 | 0,0598 | 0,1514 | 0,0575 | 0,0086 |
| | Đất xây dựng | 0,0888 | 0,6609 | 0,0730 | 0,1215 | 0,0475 | 0,0084 |
| | Cây hàng năm | 0,1006 | 0,2480 | 0,1721 | 0,3508 | 0,1149 | 0,0135 |
| | Cây lâu năm | 0,0982 | 0,2782 | 0,1443 | 0,3722 | 0,0947 | 0,0125 |
| | Đất rừng | 0,0492 | 0,1346 | 0,1097 | 0,3723 | 0,3229 | 0,0114 |
| | Đất trồng | 0,0686 | 0,1582 | 0,1387 | 0,3584 | 0,2638 | 0,0124 |

Trong nghiên cứu này, 6 yếu tố tác động đến sự thay đổi sử dụng đất được lựa chọn, bao gồm: Bản đồ khoảng cách đến đường giao thông chính, khoảng cách đến đường giao thông phụ, khoảng cách đến nguồn nước, khoảng cách đến khu dân cư, độ cao, độ dốc. Các vị trí (pixel) của từng loại đất có xác suất

chuyển đổi sang các các loại đất khác là khác nhau tùy thuộc vào giá trị của yếu tố thúc đẩy. Các vị trí đất rừng càng gần hệ thống giao thông, khu dân cư hiện hữu sẽ có xác suất chuyển sang đất xây dựng càng cao. Các bản đồ yếu tố thúc đẩy được thể hiện tại hình 4.



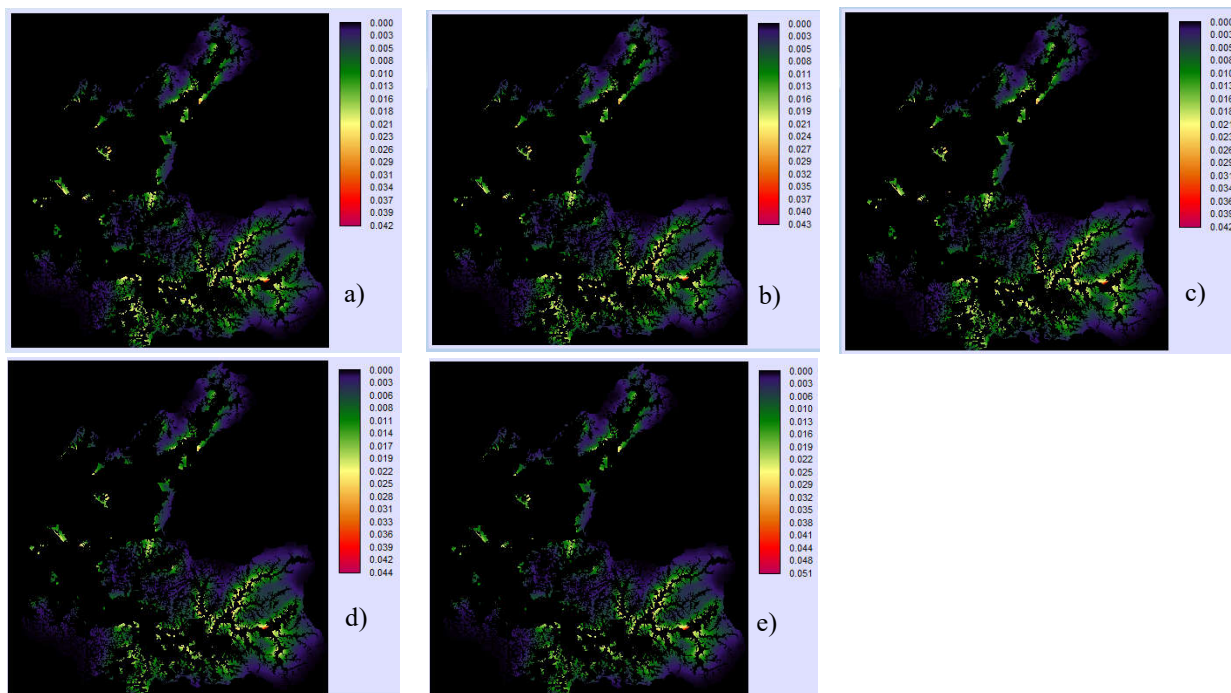
Hình 4. Bản đồ các yếu tố thúc đẩy

Bản đồ xác suất chuyển đổi cho mỗi pixel chứa giá trị xác suất nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Giá trị xác suất với giá trị thấp hơn

cho thấy tính dễ bị tổn thương ít hơn trong khi giá trị cao hơn cho thấy mức độ dễ bị tổn thương cao. Bản đồ xác suất chuyển đổi từ

đất rừng sang đất mặt nước (a), xây dựng (b), cây hằng năm (c), cây lâu năm (d) và đất

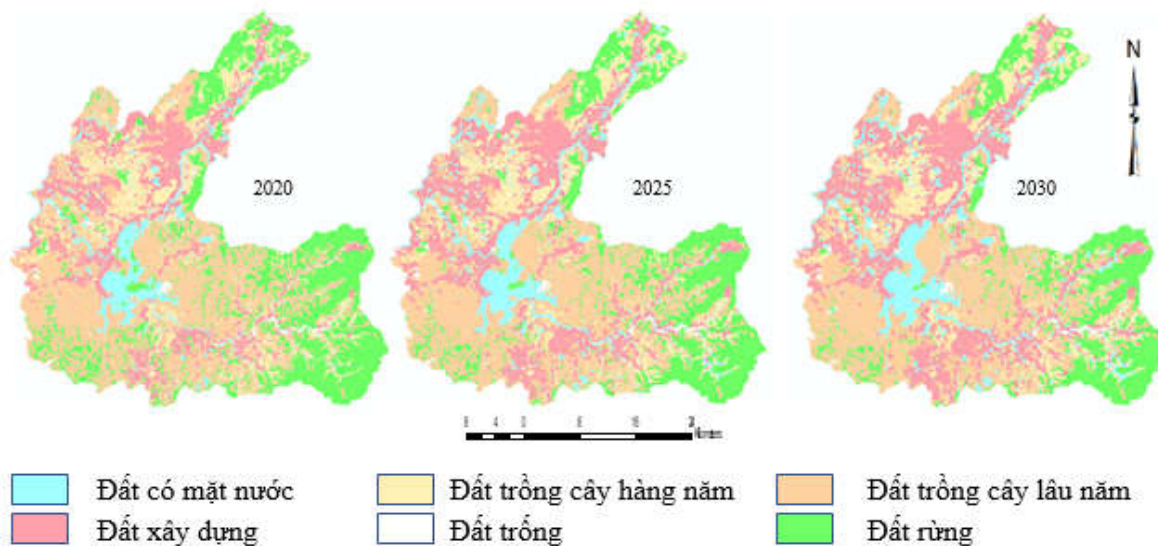
trồng (e) đã được lập cho mục đích nghiên cứu này (Hình 5).



Hình 5. Bản đồ xác suất chuyển đổi đất rừng sang các loại đất khác

Mô hình dự báo thay đổi sử dụng đất cho các giai đoạn 5 năm tiếp theo (năm 2025 và 2030) cho địa bàn nghiên cứu được thực hiện. Bản đồ dự báo sử dụng đất được thành lập

bằng quá trình phân bố, bắt đầu từ giá trị xác suất của các ô lưới (pixel) từ lớn nhất trở xuống được thể hiện tại hình 6.



Hình 6. Bản đồ dự báo sử dụng đất huyện Đức Trọng

Kết quả mô hình dự báo năm 2030, so với thực tế năm 2020, cho thấy đất rừng tiếp tục giảm mạnh thêm với 13.908,13 ha còn 15.337,63 ha (chiếm 16,98% diện tích tự nhiên), trong đó tập trung giảm trong giai đoạn 2020-2025 với 10.821,88 ha. Diện tích đất rừng giảm

diễn ra chủ yếu tại các xã Đa Quyn và Hiệp An. Diện tích đất rừng bị mất chủ yếu do mở rộng các khu dân cư, phát triển cơ sở hạ tầng, thủy điện và các hồ chứa nước cũng như nạn phá rừng tạo nên các vùng đất trống. Cơ cấu dự báo sử dụng đất địa phương được thể hiện tại bảng 6.

Bảng 6. Dự báo sử dụng đất huyện Đức Trọng

| Loại đất | Thực tế 2020 | | Dự báo 2025 | | Dự báo 2030 | | 2020-2025 | 2020-2030 |
|------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------|------------|
| | Ha | % | Ha | % | Ha | % | Δ (ha) | Δ (ha) |
| Đất mặt nước | 4.287,94 | 4,75 | 7.899,00 | 8,74 | 9.390,88 | 10,39 | 3.611,06 | 5.102,94 |
| Đất xây dựng | 11.463,25 | 12,69 | 20.003,19 | 22,14 | 23.570,06 | 26,09 | 8.539,94 | 12.106,81 |
| Cây hàng năm | 12.801,13 | 14,17 | 11.502,13 | 12,73 | 11.224,00 | 12,42 | -1.299,00 | -1.577,13 |
| Cây lâu năm | 30.724,31 | 34,01 | 31.446,00 | 34,81 | 29.774,13 | 32,96 | 721,69 | -950,18 |
| Đất rừng | 29.245,76 | 32,37 | 18.423,88 | 20,39 | 15.337,63 | 16,98 | -10.821,88 | -13.908,13 |
| Đất trống | 1.822,06 | 2,02 | 1.070,25 | 1,18 | 1.047,75 | 1,16 | -751,81 | -774,31 |
| Tổng cộng | 90.344,45 | 100,0 | 90.344,45 | 100,0 | 90.344,45 | 100,0 | - | - |

Kết quả dự báo nhìn chung cho thấy có sự thay đổi lớn về sử dụng đất tại địa bàn nghiên cứu trong tương lai. Vì vậy, nếu các điều kiện không thay đổi, thay đổi sử dụng đất trong giai đoạn tiếp theo với việc sẽ giảm mạnh đất rừng sẽ gây nên những hậu quả nghiêm trọng về môi trường và đa dạng sinh học cho địa phương.

3.5. Thảo luận

Mô hình hóa thay đổi sử dụng đất nếu được thực hiện một cách rõ ràng về mặt không gian giúp các nhà khoa học và các nhà quản lý hiểu, dự đoán và có thể ngăn chặn những tác động bất lợi của việc thay đổi sử dụng đất bằng các chính sách khác nhau. Mô hình chuỗi Markov là cách tiếp cận phổ biến nhất được sử dụng để mô phỏng biến động sử dụng đất. Tuy nhiên rất khó để mô phỏng mô hình không gian của sự thay đổi sử dụng đất bằng mô hình chuỗi Markov, nên nó thường được tích hợp với một mô hình phân tích không gian khác. Nghiên cứu này đã ứng dụng mô hình hồi quy logistic cùng sự hỗ trợ của viễn thám và chuỗi Markov để mô phỏng thay đổi sử dụng đất về mặt không gian. Thảo luận sẽ phân tích những ưu nhược điểm của cách tiếp cận này.

Hiện nay, mô hình tích hợp Cellular Automata (CA)-Markov là phổ biến nhất trong mô hình hóa thay đổi sử dụng đất (Wang và cộng sự, 2012). Tuy nhiên, nhược điểm của CA là không tính đến những yếu tố trực tiếp thúc đẩy sự thay đổi sử dụng đất, mang nặng tính liên kết. Mô hình CA tập trung vào mô phỏng mô hình không gian hơn là giải thích hoặc hiểu các quá trình không gian-thời gian

của thay đổi sử dụng đất do không thể kết hợp đủ các biến số kinh tế xã hội (Hu và Lo, 2007). Trong khi đó mô hình hồi quy logistic có ưu điểm là khám phá được các mối quan hệ giữa thay đổi sử dụng đất và các yếu tố nguyên nhân một cách định lượng, bao gồm các yếu tố tự nhiên, kinh tế - xã hội, cho phép chúng ta phân tích động lực tạo ra thay đổi. Các bản đồ xác suất chuyển đổi từ đất rừng sang các loại đất khác trong nghiên cứu cho thấy, càng gần hệ thống giao thông và khu dân cư hiện hữu thì xác suất đất rừng chuyển sang đất xây dựng càng cao. Những nơi có độ dốc và độ cao càng lớn thì xác suất chuyển đổi từ đất rừng sang các loại đất khác càng thấp do người dân sẽ ít tác động đến rừng, phần lớn các hoạt động của con người tác động vào thực vật trên mặt đất được tiến hành ở những khu vực bằng phẳng, độ dốc thấp. Mối quan hệ này tương tự như kết quả nghiên cứu biến động lượng thực vật che phủ và mối quan hệ với các nhân tố tự nhiên xã hội tại Yên Châu, Sơn La (Bùi Mạnh Hưng và cộng sự, 2021). Điều này cho thấy các yếu tố lựa chọn đưa vào mô hình có thể giải thích được động lực thay đổi rừng về không gian. Tuy nhiên, do hạn chế về thu thập dữ liệu nên nghiên cứu chỉ đưa vào mô hình 6 yếu tố ảnh hưởng, chưa giải thích đầy đủ động lực thay đổi sử dụng đất của địa phương.

Đồng thời, mô hình logistic cũng có những hạn chế. Mặc dù mô hình hồi quy logistic có thể kết hợp dữ liệu nhân khẩu học, nhưng nó gặp phải hạn chế tương tự như mô hình CA trong việc xem xét các yếu tố khác có thể ảnh

hưởng đến thay đổi sử dụng đất. Những yếu tố này bao gồm: sở thích của cá nhân hoặc hộ gia đình đối với địa điểm, chính sách phát triển, sử dụng đất của chính quyền địa phương. Không giống như mô hình CA, mô hình hồi quy logistic không rõ ràng về mặt thời gian. Bản đồ xác suất đầu ra của nó chỉ có thể cho biết nơi có khả năng thay đổi sử dụng đất sẽ xảy ra, chứ không phải khi nào điều này sẽ diễn ra. Như Lambin (1997) đã lưu ý, không một phương pháp nghiên cứu nào có thể hy vọng làm sáng tỏ toàn bộ các quá trình ảnh hưởng đến việc sử dụng đất. Các phương pháp luận được sử dụng trong mỗi trường hợp phải phù hợp với các câu hỏi nghiên cứu quan tâm. Để có được một cái nhìn toàn diện hơn về các quá trình thay đổi sử dụng đất luôn cần có sự tổng hợp các kết quả thu thập được từ nhiều phương pháp khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Mô hình hóa và dự báo thay đổi sử dụng đất là những thách thức chính khi xác định chính sách quản lý và quy hoạch đất nói chung cũng như đất rừng nói riêng các cấp quy mô khu vực. Trong nghiên cứu này, ảnh viễn thám và các kỹ thuật phân tích không gian đã được sử dụng để phát hiện thay đổi sử dụng đất tại huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng trong giai đoạn 2010-2020. Mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic được sử dụng để dự báo quy mô và không gian thay đổi giữa các loại đất với nhau. Mô hình được xác nhận thông qua so sánh bản đồ mô phỏng sử dụng đất và hiện trạng sử dụng đất năm 2020 bằng chỉ số Kappa. Tất cả các chỉ số đều có giá trị lớn hơn 0,8 thể hiện mức độ thích hợp cao của mô hình. Kết quả dự báo cho năm 2025 và 2030 cho thấy đất rừng trên địa bàn tiếp tục giảm mạnh, chỉ còn 16,98% diện tích tự nhiên do quá trình đô thị hóa, mở rộng đô thị và cơ sở hạ tầng. Cũng với xu thế đó, đất trồng cây hàng năm giảm 4.888,37 ha. Diện tích đất trồng cây lâu năm có xu hướng tăng mạnh với 8.942,31 ha do mở rộng diện tích trồng cây công nghiệp và ăn quả lâu năm có giá trị kinh tế cao. Đất xây dựng tăng 6.343,19 ha do quá

trình đô thị hóa. Kết quả dự báo đặt ra cho các nhà quản lý phải có các chính sách, biện pháp bảo vệ diện tích rừng hiện có trên địa bàn. Tuy nhiên, cần khắc phục các hạn chế về thu thập dữ liệu các yếu tố thúc đẩy thay đổi sử dụng đất, bổ sung các yếu tố về kinh tế xã hội để kết quả mô hình đạt kết quả tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Mạnh Hưng, Nguyễn Thị Bích Phượng và Nguyễn Thị Thảo (2021). Biến động lượng thực vật che phủ và mối quan hệ với các nhân tố tự nhiên xã hội tại Yên Châu, Sơn La. Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp. Số 3: 31-40.
2. FAO (2010). Global forest resources assessment. In FAO Forestry paper No. 163. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 378 pp.
3. Hu Z. and Lo C.P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. Computers, Environment and Urban Systems. 31(6): 667-688.
4. Kim O. S. (2010). An assessment of deforestation models for reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD). Trans. GIS 14: 631-654.
5. Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS) (2021). Truy cập từ <https://earthexplorer.usgs.gov/> ngày 08/09/2021.
6. Lambin E.F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Progress in Physical Geography. 21: 375-93.
7. Landis J.R. and Koch G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 33(1): 159-174.
8. Nguyễn Hải Hòa, Phùng Văn Khoa, Lê Văn Hương và Lê Văn Sơn (2018). Sử dụng ảnh Sentinel 2 để xác định ngưỡng chỉ số viễn thám phát hiện sớm mất rừng tại khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang, Lâm Đồng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. Số 4: 138-148.
9. Nguyễn Quang Huy, Kiều Thị Dương, Triệu Anh Tuấn và Nguyễn Văn Thị (2021). Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 để xây dựng bản đồ biến động rừng ở tỉnh Bắc Giang. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. Số 3: 77-85.
10. Pielke R.A., Pitman A.J., Niyogi D., Mahmood R., McAlpine C., Hossain F., Goldewijk K.K., Nair U.S., Betts R., Fall S., Reichstein M., Pavel Kabat P. and Noblet N. (2011). Land use/land cover changes and climate: modeling analysis and observational evidence. Wires Clim Change. 2(6): 828-50.
11. Pontius R. G., Cornell J. D. and Hall C. A. S. (2001). Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: application and validation for Costa Rica. Agric. Ecosyst. Environ. 85: 191-203.
12. Soares B. S., Cerqueira G. C. and Pennachin C. L. (2002). DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in

an Amazonian colonization frontier. *Ecol. Model.* 154: 217-235.

13. Trần Thu Hà, Phùng Minh Tám, Phạm Thanh Quế và Lê Thị Giang (2016). Ứng dụng GIS và viễn thám trong giám sát biến động diện tích rừng huyện Cao Phong – tỉnh Hòa Bình giai đoạn 2005 – 2015. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp.* Số 4: 59-69.

14. UBND huyện Đức Trọng (2021). Điều kiện tự nhiên. Truy cập từ <https://ductrong.lamdong.gov.vn/> ngày 15/10/2021.

15. Verburg P. H., Soepboer W., Veldkamp A., Limpiada R., Espaldon V. and Mastura S. S. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environ. Manage.* 30: 391-405.

16. Verburg P.H., Overmars K.P. and Witte N. (2004). Accessibility and land-use patterns at the forest fringe in the northeastern part of the Philippines. *Geographical Journal.* 170: 238-255.

17. Wang S.Q., Zheng X.Q. and Zang X.B. (2012).

Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences.* 13: 1238-1245.

18. Wang S.Q., Zheng X.Q. and Zang X.B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences.* 13: 1238-1245.

19. Ye B. and Bai Z. (2008). Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model. In: Li D. (eds) *Computer and Computing Technologies in Agriculture, Volume I. CCTA 2007. The International Federation for Information Processing*, vol 258. Springer, Boston, MA.

20. Yin J., Yin Z., Zhong H., Xu S., Hu X., Wang J. and Wu J. (2011). Monitoring urban expansion and land use/land cover changes of Shanghai metropolitan area during the transitional economy (1979–2009) in China. *Environ Monit Assess.* 177(1-4): 609-21.

MODELLING AND PROJECTING LAND-USE CHANGES IN DUC TRONG, LAM DONG USING LOGISTIC REGRESSION

Nguyen Huu Cuong^{1*}, Nguyen Van Cuong¹

¹*Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment*

SUMMARY

Global environmental changes such as emissions of greenhouse gases, global climate change, loss of biodiversity, and loss of soil resources have been closely linked to land-use changes. This study aims to model and predict land-use changes in Duc Trong district, Lam Dong province by using the integration of Markov chain and logistic regression (LR) approach. Moreover, remote sensing images were used to extract land use maps to analyze the trends of changes in land use types in 2010, 2015 and 2020. Simulation maps are conducted by using IDRISI software. The forecast results in 2030 show that the forest area in Duc Trong district will be significantly decreased, accounting for 16.98% of the natural area. The annual cropland area will be decreased by 4,888.37 hectares. The area of permanent cropland will be increased sharply with 8,942.31 hectares due to the expansion of the area for industrial crops and fruit with high economic value. Built-up land will be increased by 6,343.19 hectares due to the urbanization process. Information on land use changes is the foundation for planning local land-use policies to ensure sustainable development goals.

Keywords: Markov chain, Duc Trong, logistic regression, land-use changes, remote sensing.

Ngày nhận bài : 19/10/2021

Ngày phản biện : 19/11/2021

Ngày quyết định đăng : 01/12/2021